



**EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
DE BOGOTÁ – E.S.P.**

CONTRATO No. 1 – 02 – 25400 – 514 – 2006

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA
RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA”**

**PRODUCTO 9.1.
PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS
PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3**

(DOCUMENTO RTC-IF-GE-008 v.0)

**BOGOTÁ D.C.
JULIO DE 2008**



CONSORCIO TIBITOC 2006



SALGADO, MELENDEZ Y ASOCIADOS
Ingenieros Consultores S.A.



SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006				
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-IF-GE-008</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0	FECHA: 2008-07-04	
RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0					
FECHA: 2008-07-04						

DESCRIPCIÓN DE LA VERSIÓN:

VERSIÓN	FECHA MODIFICACION	NUMERAL MODIFICADO	JUSTIFICACIÓN
0	2008-07-04	---	Versión Original
1			
2			
3			

VERSIÓN 0:

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE:	SERGIO MAURICIO SEGURA	SERGIO LAURENS TAPIAS	SERGIO LAURENS TAPIAS
CARGO:	INGENIERO CIVIL	INGENIERO COORDINADOR	INGENIERO COORDINADOR
FECHA:	2008-06-27	2008-07-03	2008-07-04
FIRMA:			

VERSIÓN 1:




	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE:			
CARGO:			
FECHA:			
FIRMA:			

VERSIÓN 2:

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE:			
CARGO:			
FECHA:			
FIRMA:			

VERSIÓN 3:

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE:			
CARGO:			
FECHA:			
FIRMA:			

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 1 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

CONTENIDO




1	ALCANCE DEL PRESENTE INFORME.....	3
2	ANTECEDENTES	4
2.1	PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS	8
2.1.1	Mejoramiento de la tubería existente	8
2.1.2	Construcción de tubería paralela de 60”	8
2.1.3	Construcción de tubería paralela de 72”	8
2.1.4	Rehabilitación de la tubería	8
2.2	EVOLUCIÓN DE LA VULNERABILIDAD SEGÚN CADA ALTERNATIVA.....	9
2.3	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	9
2.3.1	Análisis económico.....	9
2.3.2	Análisis de ventajas y desventajas.....	11
3	METODOLOGÍA GENERAL.....	16
3.1	DEFINICION Y CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS	17
3.2	FASES DE INSPECCIÓN	18
3.2.1	Fase 1 – Inspección Grupo A.....	18
3.2.2	Fase 2 – Inspección Grupo B.....	20
3.3	ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN	21
3.3.1	Etapa 1 – Inspección en una fase y obras de mejoramiento.....	21
3.3.2	Etapa 2 – Inspección en una fase y reemplazo por paralela 60”	21
3.3.3	Etapa 3 – Inspección en dos fases y obras de mejoramiento	22
3.3.4	Etapa 4 – Inspección en dos fases y reemplazo por paralela 60”	22
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1. Evolución de la vulnerabilidad de la línea con las alternativas planteadas.....	9
Tabla No. 2. Resumen de costos alternativas propuestas tramo 3	10
Tabla No. 3. análisis para selección de la alternativa.....	11
Tabla No. 4. Grupo A. Inspección inicial sectores del tramo 3	19
Tabla No. 5. Grupo B. Inspección confirmatoria sectores del tramo 3	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol para toma de decisiones	17
Figura 2. Diagrama de flujo para la Fase 2 de inspecciones.....	21




	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 2 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

LISTA DE ANEXOS

- Anexo No. 1. Análisis de costos
- Anexo No. 2. Anexos modelación hidráulica
- Anexo No. 3. Planos y esquemas

LISTA DE PLANOS Y ESQUEMAS

CONS	CODIGO	TITULO	VERSIÓN
1	RTC-FG-HI-302	ESQUEMA DE SALIDAS Y OBRAS PROPUESTAS PARA EL TRAMO 3 – DEMANDA 2010	0
2	RTC-FG-HI-303	ESQUEMA DE SALIDAS Y OBRAS PROPUESTAS PARA EL TRAMO 3 – DEMANDA 2015	0
3	RTC-FG-HI-304	ESQUEMA DE SALIDAS Y OBRAS PROPUESTAS PARA EL TRAMO 3 – DEMANDA 2020 (ALTA PRESIÓN)	0
4	RTC-FG-HI-306	ESQUEMA DE SALIDAS Y OBRAS PROPUESTAS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA PARALELA DE 60”	0
5	RTC-FG-HI-307	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASE 1	0
6	RTC-FG-HI-308	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASE 2	0
7	RTC-FG-HI-309	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASE 1 + ETAPA 1	0
8	RTC-FG-HI-310	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASES 1 Y 2 + ETAPA 3	0
9	RTC-FG-HI-311	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASE 1 + ETAPA 2	0
10	RTC-FG-HI-312	ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS FASES 1 Y 2 + ETAPA 4	0
11	RTC-PL-MC-301	ESQUEMA DE INSTALACIÓN DEL DOBLE BLOQUEO DE LÍNEA PARA INSTALACIÓN DE VALVULA INTERMEDIA	B
12	RTC-PL-MC-302	CAJA PARA VALVULA V-60” – GEOMETRÍA Y DESPIECE MECÁNICO	B
13	RTC-PL-MC-303	CAJA PARA VALVULA INTERMEDIA EN LÍNEA 78” – GEOMETRÍA Y DESPIECE MECÁNICO	B




	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 3 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

1 ALCANCE DEL PRESENTE INFORME

Este informe se presenta como una compilación de las diferentes alternativas analizadas en la *Actividad 5 del Contrato, Planificación general de la rehabilitación* presentado a la Empresa en el doc. RTC-IF-HI-004 “*Producto 5.2. Informe de análisis de alternativas de servicio para los trabajos de rehabilitación*” y a través de las consideraciones y planteamientos emanados por la Interventoría y la Asesoría del Contrato en las reuniones sostenidas en Febrero 29, Marzo 26, Mayo 15, Junio 17 y Junio 24 de 2008.

Este documento constituye la propuesta por parte del Consultor para acometer el plan de inspecciones que permitan derivar en la rehabilitación ó no del tramo 3, entendiendo por rehabilitación del tramo 3 el reemplazo por una tubería de 60” (durante el desarrollo del documento se ampliará y justificará ello), ó el mejoramiento de la tubería de 78” (entendiendo ello como la implementación de una serie de obras para mejorar las condiciones operativas de la conducción).

Con respecto al tramo 1, el cual se inspeccionó y caracterizó estructuralmente en el producto 14 del presente Contrato se propuso la rehabilitación por encamisado interno, las obras propuestas, el planteamiento técnico y la descripción de las obras se presentan en un documento aparte.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 4 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

2 ANTECEDENTES

Se transcribe a continuación la metodología propuesta para el desarrollo de los trabajos¹ y el alcance indicado en el Anexo No 6 de los Términos de Referencia del Contrato, incluyendo las modificaciones introducidas en el Adendo modificatorio de dicho alcance:

“.....2.2.5. Planificación general de la rehabilitación

El objetivo de este componente del estudio es obtener una planificación óptima de los trabajos de rehabilitación de la línea de 78” de la Red Matriz, de manera que se mantengan los niveles mínimos de servicio en la red.

Para la ejecución del entregable se seguirá la siguiente metodología general:

- Una vez determinados los tramos a recuperar, se analizará el comportamiento hidráulico de la red, de manera que se puedan ejecutar los trabajos de rehabilitación con mínima afectación del servicio. Para el efecto será necesario plantear diferentes alternativas de operación, que incluyan obras temporales tales como empates, refuerzos, prolongaciones de línea, manijas, bypasses, etc., de manera que se mantengan los niveles de servicio y se evite al máximo las interrupciones en el suministro a los usuarios.
- Las alternativas serán valoradas desde el punto de vista técnico y económico, buscando seleccionar aquella de costo mínimo, para ser sometida a la consideración de la EAAB.
- Seleccionada la mejor alternativa, se programarán los trabajos requeridos para implementarla, así como la secuencia de construcción de los diferentes tramos a rehabilitar.
- El estudio concluirá con un análisis de vulnerabilidad operacional de la línea a rehabilitar, que cumpla con los requerimientos del numeral 1.4.1.5 del Anexo No 6 – Condiciones Técnicas Particulares.”

El alcance definido en los Términos de referencia establece lo siguiente:




“...El Consultor deberá desarrollar la planificación de la rehabilitación teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos, logísticos, operativos y económicos para el mantenimiento de los niveles mínimos de servicio.

1.4.1.1 Estudio de las Alternativas de Servicio para los tramos de Rehabilitación.

Teniendo en cuenta los tramos posibles de intervención determinados por las válvulas en línea a rehabilitar existentes, el Consultor deberá desarrollar las siguientes actividades específicas:

- Con base en el análisis realizado por el Evaluación del Estado de la Red Matriz de Distribución del Sistema de Acueducto y Formulación de un Programa Estructurado para su Rehabilitación, Consultor

¹ “Metodología para adelantar la Consultoría” , presentado a la Empresa en Febrero de 2007.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 5 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

Jairo René Rojas, año 2001, el Consultor deberá reevaluar las alternativas de servicio por el estudio planteadas y actualizarlas y determinar las alternativas de servicio con la infraestructura existente con investigación en terreno de las válvulas y divisoras de servicio que deberán operarse.

- Determinación de las zonas de afectación de cada uno de los tramos de rehabilitación y las respectivas alternativas de servicio.

- Determinación de las condiciones de demanda esperadas para las zonas de afectación de cada tramo.

- Análisis hidráulico de las alternativas de servicio para la validación de su utilidad en términos de afectaciones y presiones de servicio y teniendo en cuenta los parámetros de operación Macro de la Red Matriz. El Consultor deberá tener en cuenta para los análisis tanto la red menor como la red matriz.

- Determinación y análisis hidráulico de las obras para las alternativas de servicio temporales que pueden ser empates, refuerzos, prolongaciones de línea, manijas, bypasses y cambios de divisorias de servicio para evitar las fallas de servicio o bajos niveles de servicio (bajas presiones) que se pueden generar con alternativas de servicio sólo con la infraestructura existente.

- Con base en todos los análisis anteriores y las todas las obras planteadas para las alternativas de servicio deberá definir las condiciones de operación macro y los niveles de servicio resultantes de la modificación de la operación del servicio, mediante los planos, esquemas y mapas en base digital necesarios. Estas definiciones de operación deberán presentarse a la Dirección Red Matriz para su revisión y aprobación.



- Una vez desarrollado el diseño de operación del sistema en condiciones de alternativas de servicio, en coordinación con la Dirección Red Matriz, deberá gestionarse la ejecución en terreno los cambios de servicio para la validación de las hipótesis planteadas tanto de operación macro, como de niveles de servicio y operación, para que el Consultor ajuste los análisis hidráulicos, se confirmen los escenarios de operación, redefina afectaciones y posibles alternativas de servicio. Estas operaciones serán insumos para la programación de la logística que deberá realizar el Consultor.

-Es importante aclarar que las alternativas de servicio serán provisionales para el servicio en la etapa de rehabilitación, sin embargo, deberán cumplir con las especificaciones básicas de las normas SISTEC de la Empresa.

1.4.1.2 Evaluación de las Alternativas de Servicio

El Consultor con base en el planteamiento de alternativas de servicio y las respectivas obras deberá realizar **una evaluación de mínimo costo** para definir la más recomendable y así elaborar los prediseños. Para esto deberá realizar las siguientes actividades específicas:

- Valoración a nivel de factibilidad de los costos de cada obra requerida para cada alternativa de servicio. La valoración de los costos deberá tener en cuenta los métodos constructivos posibles para cada obra, los tipos de tubería, las alternativas de corredores para los refuerzos y manijas temporales, para así definir las opciones de mínimo costo.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 6 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

- Con base en la valoración de costos y de opciones constructivas detalladas más costo-eficientes, el Consultor deberá generar el prediseño de todas las obras a desarrollar con el respectivo análisis de precios unitarios y el presupuesto total.

-La evaluación técnico-económica de las alternativas y la recomendación de la alternativa de costo mínimo deberán presentarse a la Dirección Red Matriz para revisión y aprobación.

1.4.1.3 Programación de los trabajos para las Alternativas de Servicio

El Consultor deberá plantear el cronograma de los trabajos necesarios para las obras asociadas a la alternativa de servicio para cada secuencia de tramo a rehabilitar, teniendo en cuenta recursos, planteamientos constructivos, el impacto urbano y de permisos.

Adicionalmente, deberá generar toda la programación de la logística necesaria para todos los trabajos de ejecución, previos y posteriores para el desarrollo tanto de las obras para las alternativas de servicio, como para los operativos de cambios de servicio y apertura de válvulas. Deberán realizarse visitas y/o apiques de terreno para la verificación de válvulas, líneas y demás accesorios requeridos para las operaciones y las obras de las alternativas de servicio.

1.4.1.4 Programación de la Secuencia de los Tramos de Rehabilitación




Una vez definido todo el esquema de alternativas de servicio, el Consultor deberá desarrollar la programación de trabajo de los tramos a rehabilitar, definiendo los cronogramas y la secuencia en la que se deben rehabilitar los tramos de la línea, con todas las actividades previas, durante y posteriores a la rehabilitación, los recursos globales y las gestiones institucionales de permisos y autorizaciones.

Con base en las operaciones coordinadas con la Dirección Red Matriz, deberá generar la programación de logística para las operaciones de puesta en funcionamiento de las alternativas de servicio, los parámetros de su operación y mantenimiento preventivo y correctivo durante la secuencia de los trabajos de rehabilitación de la línea.

Todas las definiciones propuestas por el Consultor deberán ser presentadas a la Dirección Red Matriz para revisión y aprobación....”

Respecto a las alternativas de servicio, el estudio del consultor Jairo René Rojas plantea como alternativa de servicio abrir las líneas que comunican la Zona Baja Norte con la Zona Baja Sur y aclara que la validez de esta operación se debe corroborar con modelación de la red. En las obras a ejecutar contempla la rehabilitación de la tubería mediante la inserción de tubería de revestimiento interior, rehabilitación de cámaras, válvulas y accesorios.

De los análisis hidráulicos realizados por el Consorcio Tibitoc 2006, se concluyó que la operación planteada por el Consultor Jairo René Rojas no funciona como alternativa de servicio para la rehabilitación de la línea de 78” y que se requieren obras complementarias para poder garantizar el servicio durante la rehabilitación de la tubería. Por tanto, consideramos que las pruebas en terreno de las condiciones de alternativas de servicio no son realizables (durante este Contrato) ya que se requieren obras que no están ejecutadas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 7 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

Dando cumplimiento a los TDR se propuso inicialmente una serie de obras para mejorar la operatividad de la línea en el tramo 3, considerando lo siguiente:




- Las válvulas existentes no dan el cierre del 100%, verificado con la maniobra adelantada en Septiembre de 2007, en la cual se intentó sacar de servicio y drenar el tramo entre las válvulas V42 y V43, después de 48 horas de labor se suspendió el operativo. Las válvulas no daban cierre total, personal del área de mantenimiento ha manifestado tener la misma dificultad en las demás válvulas de la línea. Lo anterior representa una alta vulnerabilidad en estas válvulas ya que si en un evento de falla no operan adecuadamente no se logra aislar la tubería para su reparación.
- La distancia entre válvulas dificulta la labor de drenaje y aislamiento de sectores. El abastecimiento de agua a través de redes alternas es casi nulo. La Empresa no tiene capacidad para abastecer con carrotanques el tamaño de la población que se vería afectada ante la suspensión de la línea.
- Renovación de las válvulas de salida de la línea de 78", ya que igualmente no dan el sello requerido.

En términos generales las obras de mejoramiento buscan facilitar el cierre efectivo de sectores más pequeños de la red, manteniendo el trasiego de caudal al tramo sur alledaño y garantizando la alimentación al tanque Casablanca.

Las obras de mejoramiento fueron presentadas como obras alternas, dado que no se tienen argumentos objetivos para intervenir totalmente la línea de 78" hasta que no se tengan resultados de una **inspección interna** que incluya la evaluación estructural de la tubería en caso de presentarse daños.

Para poder llevar a cabo la inspección y posteriormente la rehabilitación del tramo 3 se requiere instalar válvulas intermedias en línea y construir manijas y tuberías de by-pass para atender el servicio.

Con la alternativa de operación planteada para el tramo 3, dentro del presente estudio, se evita que se mezclen zonas de servicio y/o sectores hidráulicos.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 8 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

2.1 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se resumen brevemente las alternativas presentadas en el documento

2.1.1 Mejoramiento de la tubería existente

Consiste en un acondicionamiento de la tubería para permitir una mejora en sus condiciones de operación pero que no implica el reemplazo ó rehabilitación de la tubería actual de 78”. Estas obras incluyen construcción de manijas para mejorar las condiciones operativas de suministro alterno, el cambio e instalación de válvulas adicionales, el reforzamiento de la tubería en intersecciones viales y la rehabilitación de accesorios existentes. Las manijas se construirán con diámetros tales que permitan garantizar el pleno abastecimiento para el consumo estimado de saturación. Dado que la tubería existente no se rehabilita, la Empresa debe disponer de un fondo disponible para realizar reparaciones y pagar los perjuicios cada vez que se presenten roturas por causa del deterioro de 36 años de uso de esta tubería (hasta la fecha).

Se debe anotar que para atender la alternativa de servicio con estas manijas se puede tener en operación una sola manija a la vez.

2.1.2 Construcción de tubería paralela de 60”




La cual reemplazaría la de 78” para el consumo estimado de saturación, y realizando mejoras menores en la tubería existente de 78” con el fin que tenga capacidad de prestar suministro alterno. En este caso la tubería existente de 78” se utilizará como suplencia en caso de daños ó inspecciones permitiendo aislar y sacar de servicio tramos de la nueva tubería sin afectar el servicio.

2.1.3 Construcción de tubería paralela de 72”

La cual reemplazaría la de 78”, con el fin de disponer de capacidad remanente adicional igual a la que tendría la tubería existente al rehabilitarla mediante un blindaje interior, caudal que es mayor que el consumo estimado de saturación. Como en el caso anterior será necesario realizar mejoras menores en la tubería existente de 78” con el fin de garantizar que tenga capacidad de prestar el suministro alterno. Igualmente la tubería existente de 78” se utilizará como suplencia en caso de daños ó inspecciones permitiendo aislar y sacar de servicio tramos de la nueva tubería sin afectar el servicio.

2.1.4 Rehabilitación de la tubería

Consiste en la rehabilitación de la tubería actual de 78” mediante un blindaje interior con una tubería de acero de 72”. Debido al hecho que la zona de la ciudad servida por esta tubería matriz no tiene posibilidad de suministro alterno, se considero como una intervención necesaria

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 9 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

adicional el mejoramiento de las condiciones operativas de la red que depende de esta tubería matriz para lo cual se requiere la construcción de manijas para mejorar las condiciones operativas de suministro alterno, el cambio e instalación de válvulas adicionales, el reforzamiento de la tubería en las intersecciones viales y la rehabilitación de accesorios. Las manijas se construirán con diámetros tales que permitan garantizar el pleno abastecimiento para el consumo estimado de saturación.

2.2 EVOLUCIÓN DE LA VULNERABILIDAD SEGÚN CADA ALTERNATIVA

La evolución de la vulnerabilidad para cada uno de los escenarios planteados en los numerales 2.1.1 a 2.1.4 se presenta a continuación:

Tabla No. 1. Evolución de la vulnerabilidad de la línea con las alternativas planteadas




Escenario	Vulnerabilidad			Riesgo	Costo (Millones \$)	Limitaciones suministro	
	Global	Física	Operativa			Operación	Suplencia
1. Tubería existente	Moderada / Alta	Moderada / Alta	Muy Alta / Moderada	Roturas?	-	Q actual	No
2. Mejoramiento (manijas, válvulas intermedias) ALTERNATIVA 1	Baja	Moderada	Baja	Roturas?	50,000	Q actual	Q 2015
3. Tubería paralela 60" ALTERNATIVA 2	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	→ 0	74,000	Q saturación	Q actual
4. Tubería paralela 72" ALTERNATIVA 3	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	→ 0	106,200	Q > Q saturación	Q actual
5. Rehabilitación tubería existente ALTERNATIVA 4	Muy Baja	Muy Baja	Baja	→ 0	131,000	Q > Q saturación	Q 2015

2.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

2.3.1 Análisis económico

Se presenta a continuación el cuadro resumen de la evaluación económica de alternativas 2 a 5, efectuado y presentado con anterioridad en el documento RTC-IF-HI-004 "Producto 5.2. Informe de análisis de alternativas de servicio para los trabajos de rehabilitación", actualizado conforme las observaciones realizadas por la Empresa, la Interventoría y la Asesoría en desarrollo de las reuniones técnicas y talleres de discusión de alternativas.



Ver esquemas de alternativas RTC-FG-HI-302, 303, 304 y 306 en el Anexo No. 3.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
PÁGINA 10 DE 25		FECHA: 2008-07-04	

**Tabla No. 2. Resumen de costos alternativas propuestas tramo 3
(Valores en millones \$)**

CONCEPTO	ALTERNATIVA 1 (Manijas e instalación válvulas intermedias)			ALTERNATIVA 2 REEMPLAZO TUBERIA 60" (CCP) (dejando la de 78" para suministro alterno)	ALTERNATIVA 3 REEMPLAZO TUBERIA 72" (CCP) (dejando la de 78" para suministro alterno)	ALTERNATIVA 4 REHABILITACIÓN TUBERÍA 78" (encamisado en tubería de acero 72")
	2010	2015	2020 (Alta presión)			
Construcción manijas / reemplazo tubería / rehabilitación tubería	18,800	19,800	25,500	56,200	86,900	81,000
Instalación válvulas intermedias nuevas	8,500	8,500	8,700	6,700	8,200	
Renovación válvulas en línea existentes	6,200	6,200	6,200	2,200	2,200	
Renovación válvulas de derivación existentes	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
Protección de tuberías	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	
Bloqueos de línea para instalación de válvulas intermedias nuevas y renovación de válvulas existentes	8,300	8,300	8,300			
Construcción manija demanda 2015						50,000
VALOR DE LAS OBRAS	49,000	50,000	55,900	72,300	104,500	131,000

Dado que los diámetros de las manijas para la alternativa 1 se hacían insuficientes, conforme avanza el tiempo y aumenta la demanda de agua en el tramo, se descartó la alternativa 2010, motivado además por la premura del tiempo para iniciar la construcción. Igualmente se descartó la alternativa del año 2020 por cuanto el diámetro de las manijas en algunos tramos era de 60" (equivalente al reemplazo de la tubería).

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
PÁGINA 11 DE 25		FECHA: 2008-07-04	

Por ello se tomó como referencia la alternativa 1 del año 2015 para comparar con las alternativas 2,3 de reemplazo de tubería y 4 de rehabilitación interna que incluye además la necesidad de construir las obras de la alternativa 1, para poder adelantar el encamisado interno.

Se debe tener en cuenta la Alternativa 4 puede no llegar a presentarse si las inspecciones interiores no arrojan daño alto.

El análisis de la alternativa económica más conveniente se presenta en el siguiente numeral.

2.3.2 Análisis de ventajas y desventajas

Para el análisis de ventajas y desventajas se evaluaron los siguientes aspectos:




- Operativos
- Técnicos
- Económicos y financieros
- Constructivos e impacto urbano.

Teniendo en cuenta que la Alternativa 4 requiere para su implementación la construcción de las obras asociadas con la Alternativa 1, y dado el alto costo de su inversión no se tiene en cuenta dentro del presente análisis de ventajas y desventajas. Igualmente dado que con el encamisado interno quedaría en 72" y sería equivalente hidráulicamente a la Alternativa 3, pero sin las ventajas de ésta al contar con la tubería existente como conducción alterna.




Se consideró de especial importancia el análisis de costo mínimo y el alto impacto urbano que la construcción de las alternativas representa para la Ciudad, el resumen del análisis se presenta a continuación:

Tabla No. 3. Análisis para selección de la alternativa



#	ALTERNATIVA 1 (Manijas e instalación de válvulas Intermedias)	ALTERNATIVA 2 (Reemplazo con tubería alterna 60")	ALTERNATIVA 3 (Reemplazo con tubería alterna 72")
1	Aspectos operativos:		
1.1	Funcionamiento exclusivo de una manija a la vez. Abastecimiento parcial no se puede sacar de servicio toda la línea de 78"	Contar con 2 líneas, la existente y la proyectada, para suplir 100% la demanda de saturación.	Se mejora ligeramente las condiciones de presión en la red con respecto a la alternativa 1.
1.2	Se registran velocidades mayores a las máximas recomendadas para funcionamiento continuo por parte de los fabricantes de las válvulas.	No hay variación significativa en la velocidad.	Mucho menos variación significativa en la velocidad.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006						
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-IF-GE-008</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 12 DE 25</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0	PÁGINA 12 DE 25		FECHA: 2008-07-04	
RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0							
PÁGINA 12 DE 25								
FECHA: 2008-07-04								

#	ALTERNATIVA 1 (Manijas e instalación de válvulas Intermedias)	ALTERNATIVA 2 (Reemplazo con tubería alterna 60")	ALTERNATIVA 3 (Reemplazo con tubería alterna 72")
1.3	Menor número de maniobras para la puesta en funcionamiento de cada manija.	Se requiere la operación de las válvulas de derivación de la línea de 78" y de todas las interconexiones con la tubería de reemplazo.	Idem alternativa 2.
1.4	Maniobras localizadas en un solo tramo concerniente a cada manija.	Maniobras a lo largo de todo el corredor del tramo 3. Desde la V39 hasta la V44.	Idem alternativa 2.
1.5	Mayor utilización de las cámaras existentes conocidas por el personal de la Empresa.	Utilización de las cámaras existentes y de todas las nuevas a construir. Mayor tamaño del operativo.	Idem alternativa 2.
1.6	Mayor frecuencia en su operación. Se operaría varias veces; para la instalación de las válvulas intermedias, para cada inspección interior, para daños en la tubería principal y para las eventuales obras de rehabilitación en el tramo 3.	Menor frecuencia en la operación de la red. Se operaría en el momento de su puesta en marcha y se contaría con la tubería vieja como línea alterna en caso de daño.	Idem alternativa 2.
1.7	Durante la operación de algunas manijas para la demanda de saturación se requiere alimentar la red desde el extremo sur con la cabeza de alta presión del Sistema Wiesner, a través de la línea Silencio - Casablanca, lo cual implica reducir la capacidad de generación de la PCH Santa Ana. Dicha condición es temporal.	No se requiere afectar la capacidad de generación de la PCH Santa Ana.	Idem alternativa 2.
1.8	A medida que crece la demanda el diámetro de las manijas se hace insuficiente y se requieren maniobras adicionales para abastecer los tramos a los cuales no se puede trasegar el caudal demandado.	Cubriría la demanda de saturación y adicionalmente si ésta se llegará a superar, se contaría con la posibilidad de abastecer con algún ó algunos tramos de la tubería existente.	Idem alternativa 2, pero daría mayor cobertura en caso de superar las condiciones de servicio para el año de saturación.
2	Aspectos técnicos:		
2.1	Solo permite realizar la inspección interior por tramos (entre válvulas intermedias), lo cual implicaría costos de movilización adicionales para las inspecciones, con respecto a las alternativas 2 y 3.	Una vez implementada se puede realizar inspección interior a la totalidad del tramo, reduciendo el tiempo y costo de esta actividad.	Idem alternativa 2.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006						
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-IF-GE-008</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 13 DE 25</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0	PÁGINA 13 DE 25		FECHA: 2008-07-04	
RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0							
PÁGINA 13 DE 25								
FECHA: 2008-07-04								




#	ALTERNATIVA 1 (Manijas e instalación de válvulas Intermedias)	ALTERNATIVA 2 (Reemplazo con tubería alterna 60")	ALTERNATIVA 3 (Reemplazo con tubería alterna 72")
2.2	<p>La tubería actual PCCP de 78" se encuentra fuera de especificación (AWWA C301) en los siguientes parámetros:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. fy (esfuerzo de fluencia) del acero del cilindro de acero. 2. fy del acero del alambcón de presfuerzo. 3. Control de calidad del mortero de recubrimiento. 4. Calibre mínimo del alambcón de refuerzo. <p>Sin embargo, dado que el tramo 3 cuenta con un factor de seguridad del orden del 50% (FS=1.5), adicional al factor de seguridad residual del diseño de la tubería, y que hasta la fecha no se ha presentado daños ni roturas en este tramo, se podría continuar operando la línea aún cuando esta fuera de norma actual.</p>	<p>Una vez implementada se dejaría la operación de la línea Tibitoc - Casablanca de 78" como línea alterna y para reparaciones de la línea construida dentro de la alternativa.</p> <p>Se instalaría una línea que no va a tener la vulnerabilidad estructural que tiene la tubería actual de 78" PCCP.</p>	Idem alternativa 2.
2.3	<p>En caso que el daño estructural de la tubería tramo 3, determinado mediante inspecciones electromagnéticas sea "incipiente" se podría realizar una gerencia de activo, postergando e incluso cancelando los planes de rehabilitación.</p>	<p>En caso que el daño estructural sea "incipiente" quedará construida una línea independiente que operará como tubería principal., ó como suplencia de la tubería de 78".</p>	Idem alternativa 2
2.4	<p>En caso que el daño estructural sea "alto" se requerirán inversiones adicionales para rehabilitar la tubería de 78".</p>	<p>Si el daño estructural de la tubería es alto, se utilizaría la conducción existente como línea alterna.</p>	Idem alternativa 2
2.5	<p>Si la tubería de 78" presenta asentamientos y problemas de estabilidad geotécnica por deformaciones importantes, la rehabilitación por encamisado interno implicaría intervenir algunos tramos de tubería con zanja a cielo abierto, para su re-nivelación.</p>	<p>Se instalaría una tubería nueva que no presentará problemas geotécnicos por lo menos en el corto y mediano plazo.</p>	Idem alternativa 2.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006						
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-IF-GE-008</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 14 DE 25</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0	PÁGINA 14 DE 25		FECHA: 2008-07-04	
RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0							
PÁGINA 14 DE 25								
FECHA: 2008-07-04								

#	ALTERNATIVA 1 (Manijas e instalación de válvulas Intermedias)	ALTERNATIVA 2 (Reemplazo con tubería alterna 60”)	ALTERNATIVA 3 (Reemplazo con tubería alterna 72”)
3	Aspectos económicos y financieros		
3.1	Es la alternativa más económica si no se requiere la rehabilitación del tramo 3.	Tiene una inversión más alta que la alternativa 1 si no se requiere la rehabilitación del tramo 3.	El costo de la inversión es más alto que la 2, sin representar mayores ventajas adicionales.
3.2	Es más costosa en caso de requerirse la rehabilitación, por la construcción de las manijas y después la rehabilitación de la línea, pero permite que la inversión se realice en varias etapas.	En caso de requerirse rehabilitación de la línea es más económica que la Alternativa 1 y reemplaza la rehabilitación de la línea de 78”.	Es más costosa que la Alternativa 2 (por los suministros). Sin embargo es más económica que la Alternativa 1, en caso de requerirse la rehabilitación de la tubería existente.
4	Aspectos constructivos e Impacto Urbano		
4.1	Alto impacto urbano por la realización de zanjas a cielo abierto en las calzadas de la Avenida Boyacá, en algunos tramos en la calzada lenta y en otros en la rápida. Las manijas no se construyen paralelas a lo largo de todo el tramo 3, aproximadamente (68%) y el resto se atendería con interconexiones.	Requiere la construcción de la tubería paralela en un 95% del corredor de la tubería (menos V44 – tanque Casablanca). Por ser de un diámetro más grande que la alternativa 1, puede ser mayor el impacto urbano.	Generaría un impacto similar a la alternativa 2.
4.2.	La intervención para la instalación de las válvulas intermedias es de alto impacto por el tamaño de las excavaciones y la magnitud de los equipos de perforación TAP MACHINE. (11 válvulas a instalar)	Se realizarían únicamente tres (3) tappings, las dos salidas para derivación (salida lateral) y una interconexión (doble bloqueo de línea con By-pass). El resto de válvulas serían nuevas e instaladas por método convencional.	Idem alternativa 2.

Del análisis del cuadro anterior se puede establecer lo siguiente:




- Cualquiera de las tres alternativas genera básicamente el mismo impacto urbano, luego no habría una ventaja comparativa entre ellas, ya que la Alternativa 1 aunque tiene menor impacto por construcción de tubería paralela, tiene mayor impacto por los “doble bloqueos”.
- El hecho que la construcción de manijas presente limitaciones operativas por no ser posible operar más de una manija a la vez, no solucionaría la contingencia en caso de

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
PÁGINA 15 DE 25		FECHA: 2008-07-04	

presentarse fallas en dos sitios pertenecientes a diferentes sectores ó subtramos entre válvulas intermedias.

- El diámetro de la manija va perdiendo efectividad en el tiempo por lo que no constituye una solución definitiva, salvo que el diámetro fuera de 60" ó mayor.
- De acuerdo con los análisis hidráulicos (Ver Anexo No. 2) la tubería paralela de 72" (Alternativa 3) no ofrece mayores diferencias en las condiciones de servicio con respecto a la tubería de 60", por lo menos para el caudal estimado de saturación, máximo si se tiene en cuenta que en ambas alternativas queda la tubería existente de 78" como conducción alterna (con el mejoramiento correspondiente), pero si representa una inversión del orden del 44% mayor que el de la Alternativa 2.

Por las razones anteriormente expuestas se descartan las Alternativas 1 (manijas y válvulas intermedias) y 3 (reemplazo por tubería 72") y se continúa el análisis de implementación de la Alternativa 2 (reemplazo por tubería de 60"), construyéndola de una forma progresiva de acuerdo a la metodología presentada a continuación:

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 16 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	



3 METODOLOGÍA GENERAL

Dada la incertidumbre que persiste sobre el grado de deterioro de la línea en el tramo 3 se recomienda la inspección y caracterización estructural de cada una de las piezas de los diferentes subtramos que se seleccionen, cuyo alcance se describe a continuación, independiente de la tecnología de inspección que se utilice:

- Determinación del número y localización de espiras rotas por cada una de las piezas PCCP.
- Validación de la inspección mediante extracción y autopsia de una ó varias piezas y realización de ensayos de laboratorio a las muestras recuperadas, de acuerdo a lo propuesto en el presente Contrato, ver documento “*RTC-IF-GE-006 v.0. Producto 7.2. Informe planteamiento y detalles técnicos de la inspección interna de la tubería para el tramo 1*”.
- Evaluación de la capacidad estructural de la tubería basada en el análisis de las sollicitaciones reales a las que está sometida la tubería (presión interna real, cargas externas actuales y futuras, etc.) Ver memorias de cálculo de la caracterización estructural de la tubería, para las clases 3-150, 4-150 y 5-150 en el documento “*RTC-IF-ET-001 v.0. Producto 6.3. Caracterización estructural de la tubería (tramos 1 y 3)*”
- Inventario de daños en el núcleo ó alma de concreto de cada una de las piezas.
- Inventario del estado general de las juntas espigo campana, perdidas de mortero, aperturas riesgosas, roturas.
- Valoración del estado de las piezas de acero, estado del recubrimiento interno en mortero, verificación de procesos de corrosión.
- Prospección de problemas geotécnicos, asentamientos, hundimientos, desplazamientos de la tubería, etc.

En términos generales se cumplió con las expectativas para la inspección del tramo 1, utilizando la inspección con ondas electromagnéticas P-Wave, ver documento “*RTC-IG-GE-005 v.0. Producto 14.1. Informe de inspección electromagnética del tramo 1*”, quedando pendiente sin embargo su validación, la cual no fue posible realizar debido a las maniobras que a la fecha adelanta la Empresa en el sistema Wiesner, tecnologías similares ó equivalentes para la inspección deberán emplearse para lograr la investigación de espiras rotas en los tramos propuestos del tramo 3.

Considerando una vez más la importancia que la inspección y valoración estructural de la tubería tiene para la toma de decisiones y dada la imposibilidad de realizarla actualmente sin

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 17 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

afectar gravemente el suministro de agua para la Ciudad, se propone el siguiente árbol de decisiones para adelantar la inspección por fases, las cuales derivan en etapas de implementación, todo ello teniendo en cuenta la racionalización de los recursos de la Empresa:

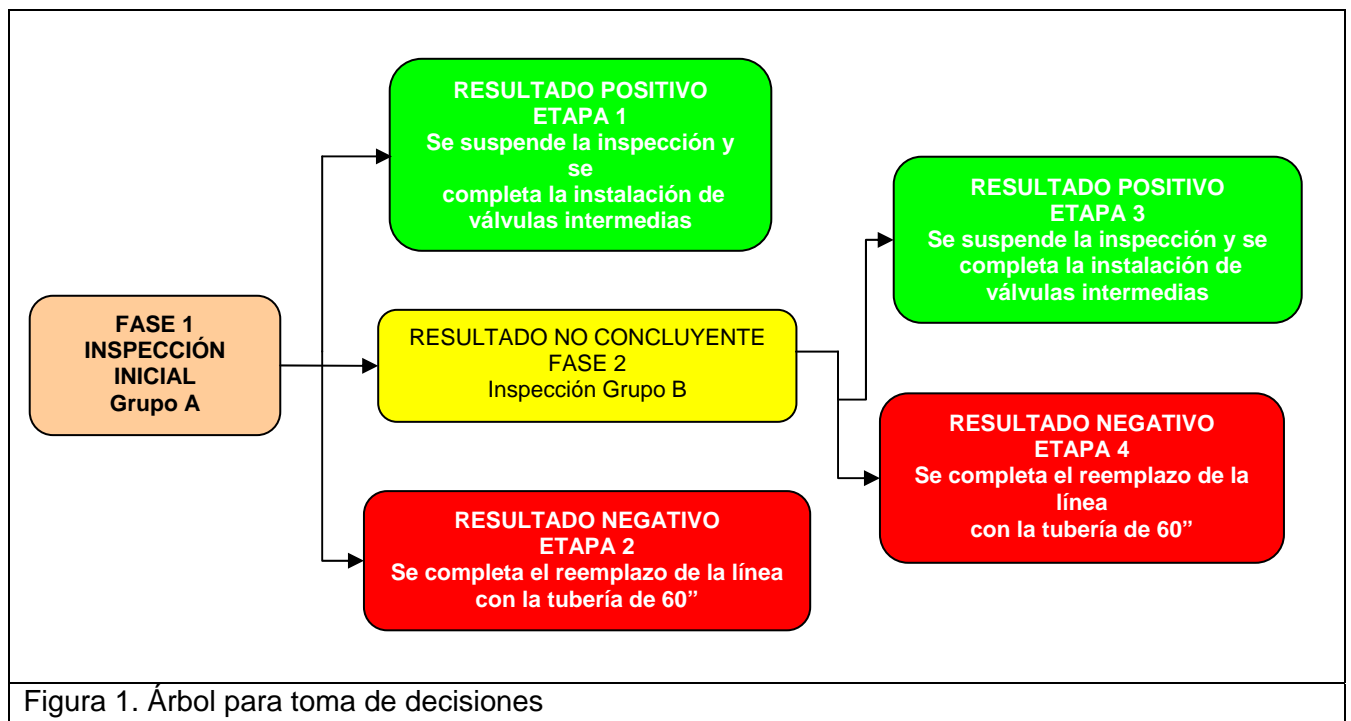





Figura 1. Árbol para toma de decisiones

3.1 DEFINICION Y CATEGORIZACIÓN DE DAÑOS

Los resultados de las inspecciones electromagnéticas son evaluados y categorizados de la siguiente manera:

Daño incipiente: Las piezas con anomalías bajas tienen menos de 20 espiras rotas por cuarto de longitud de la tubería, son tubos que se consideran completamente operativos. Cuando existen piezas con anomalías medias, entre 20 y 49 espiras rotas en un cuarto de longitud, requieren un seguimiento periódico que incluso puede llegar a ser un monitoreo continuo de tipo acústico, en especial si se registran aumentos en la presión de operación de la conducción. Dichas tuberías continúan siendo operativas.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 18 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

Daño alto: Las piezas presentan anomalías altas con más de 50 espiras rotas por cuarto de longitud de la tubería, son tubos que se consideran en riesgo. Igualmente se consideran en riesgo piezas con asentamientos altos que conlleven posibilidad de desempate de las tuberías. Si las anomalías altas se presentan generalizadas no se recomienda la operación de este sector, y si son puntuales las piezas afectadas se reemplazarían con kit de reparación, siempre y cuando el porcentaje de piezas no supere el 5% del sector inspeccionado, ya que su reparación individual superaría el costo de rehabilitación por encamisado interno de todo el sector, sumado a los inconvenientes de impacto urbano que genera esta reparación.

3.2 FASES DE INSPECCIÓN



Una vez más se reitera la necesidad de iniciar la intervención del tramo 3 con la inspección interior detallada de una porción representativa que conlleve a la decisión ó de mejorar las condiciones de la conducción existente, ó de construir en su totalidad la línea paralela de 60” como se observa en la Figura 1, de acuerdo a ello se propone la siguiente secuencia de inspección:

3.2.1 Fase 1 – Inspección Grupo A

Dado que el sector norte del tramo 3 posee las mayores solicitaciones en cuanto a presión y caudal transportado y adicionalmente tiene cercanía a la rotura No. 7 de la línea (ocurrida el 19 de octubre de 1987, en las piezas D411K y D412K, en la Av. Boyacá con calle 98 aguas arriba del paso sobre el Río Salitre) posee mayores probabilidades de deterioro y se propone como tramo inicial para la inspección. En ese orden de ideas el Grupo A se divide en 3 sectores, siendo el sector 1 el tramo más norte (entre válvulas V39 y V39A), y dada la conveniencia y el menor número de obras a realizar en esta fase se seleccionaron también el sector entre válvulas V41A y V41B, aproximadamente en la mitad del tramo y finalmente el tramo entre válvulas V43N y V44N en el extremo sur de la conducción. Ver esquema RTC-FG-HI-307 en el Anexo No. 3.

Se considera que la caracterización del Grupo A, equivalente al 23% de la longitud del tramo 3, a través de la inspección electromagnética y su respectiva evaluación estructural es estadísticamente representativa. Posterior a la evaluación de los (3) tramos se pueden presentar tres escenarios que se describen a continuación, Ver Figura 1:

- **RESULTADO POSITIVO:** Daño incipiente en los (3) sectores del **Grupo A**. Se considera que la tubería del tramo 3 es operable, se procede a iniciar la **Etapa 1** de construcción (completar válvulas intermedias). Se deja a discreción de la Empresa la realización de inspecciones periódicas en estos sectores para determinar la tasa de deterioro.
- **RESULTADO NO CONCLUYENTE:** Daño alto en (1) uno de los (3) tres sectores inspeccionados. Se propone implementar la **Fase 2** y sus obras asociadas para buscar

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 19 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

confirmación de resultados, lo cual sería encontrar otro sector con daño alto, en el **Grupo B**.

- **RESULTADO NEGATIVO:** Daño alto en (2) dos ó (3) tres sectores del **Grupo A**. Se considera en riesgo de falla todo el tramo 3. Se recomienda la implementación de la **Etapa 2** de construcción (prolongación y terminación de la tubería paralela de 60”) en la cual se abandonaría como tubería principal la tubería de 78”. Se recomienda realizar las obras de mejoramiento en la tubería de 78” para dejarla disponible como tubería de suministro alternativo.

Cuando el resultado es **no Concluyente**; dos de tres (2/3) tramos sin daño alto se recomienda la implementación de las inspecciones confirmatorias, en ese sentido se recomienda la construcción de las obras asociadas de manera secuencial, ya que en caso de encontrarse un (1) solo sector adicional con daño alto se interrumpe la **fase 2** de inspecciones (**grupo B**) y se procede a la terminación de la línea paralela de 60”. En cambio si se realiza la inspección de los tres (3) sectores del grupo B y no se encuentra ninguno con daño alto se procede a implementar la etapa 4 de construcción (completar la instalación de válvulas intermedias y las obras de mejoramiento para continuar utilizando como conducción exclusiva la tubería de 78”). Las obras construidas en las fases 1 y 2 deben quedar habilitadas para reinspecciones periódicas y como facilidades para alimentación alterna.



El Grupo A de inspecciones iniciales propuesto es el siguiente:

Tabla No. 4. Grupo A. Inspección inicial sectores del tramo 3

Sector	Entre válvulas	Descripción	Long (m)	% del tramo 3
1	V39 - V39A	Av. Boyacá Cll. 80 a Cll. 68	1,286	7.84%
2	V41A - V41B	Av. Boyacá Av. Américas a Av. 1 de mayo	1,376	8.39%
3	V43N - V44N	Av. Villavicencio Autopista sur – Cll 68 sur	1,130	6.89%
		TOTAL	3,792	23.11%

Se propone la construcción de la línea paralela de 60” entre la válvula V39 (100 m antes del puente de la calle 80) y la Av. Calle 68, sitio en el cual se propone la instalación de la válvula intermedia V39A.

La instalación de las cinco (5) válvulas intermedias V39A, V41A, V41B, V43N y V44N se recomienda por el sistema de doble bloqueo de línea para no realizar interrupción total del

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
PÁGINA 20 DE 25		FECHA: 2008-07-04	

servicio. La válvula V39A requerirá by-pass provisional, las demás podrían aprovechar la posibilidad de servicio a través del tanque Casablanca.

En la instalación de las válvulas V41A y V41B se requiere ejecutar las interconexiones con la línea Av. de las Américas 24” y línea Av. primero de mayo 24” respectivamente.

En la instalación de la válvula V44N se requerirá la interconexión con la línea Av. Villavicencio de 24”.

Para la inspección de los sectores 1 y 2 no se presentan afectaciones en el servicio, siempre y cuando se realicen las obras propuestas y las respectivas interconexiones. En el sector 3 se presenta suspensión del servicio en las líneas de 12” Av. Ontario y calle 62 B Sur durante la inspección, suplencia del servicio con carrotanques será necesaria en las zonas que abastecen dichas líneas.

3.2.2 Fase 2 – Inspección Grupo B



Esta fase se implementa en caso que NO se haya obtenido un resultado concluyente con la inspección de los tres sectores del Grupo A. Su objeto es encontrar un tramo con daño alto adicional, ya que completando dos (2) sectores con daño alto se abandonan las inspecciones y se procede a terminar la tubería paralela, por tanto las obras aquí descritas se realizan de manera secuencial así:

Tabla No. 5. Grupo B. Inspección confirmatoria sectores del tramo 3

Sector	Entre válvulas	Long (m)	Descripción	% del tramo 3
4	V39A – V39B	835	Av. Boyacá Cil. 68 a Cil. 66A	5.09%
5	V40N - V40A	1,049	Av. Boyacá FFCC occidente. a Av. Centenario	6.39%
6	V41B – V42N	1,615	Av. Boyacá Av 1 de Mayo a Calle 39A Sur	9.84%
TOTAL				21.32%

Ver esquema RTC-FG-HI-308 en el Anexo No. 3.

Una vez se conocen los resultados del sector 4, se procede a inspeccionar el sector 5, **solamente si** el resultado es de daño incipiente, **si** el daño es alto se cancela la inspección del sector 5 y se procede a implementar la **etapa 4**. Igualmente **si** se realiza la inspección del sector 5 y el daño es incipiente se construyen las obras y se realiza la inspección del sector 6,

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA	 CONSORCIO TIBITOC 2006						
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-IF-GE-008</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 21 DE 25</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</td> </tr> </table>	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0	PÁGINA 21 DE 25		FECHA: 2008-07-04	
RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0							
PÁGINA 21 DE 25								
FECHA: 2008-07-04								

por el contrario si el daño es alto se cancelan las inspecciones y se procede a ejecutar la **etapa 4**. De acuerdo al diagrama de flujo presentado a continuación:

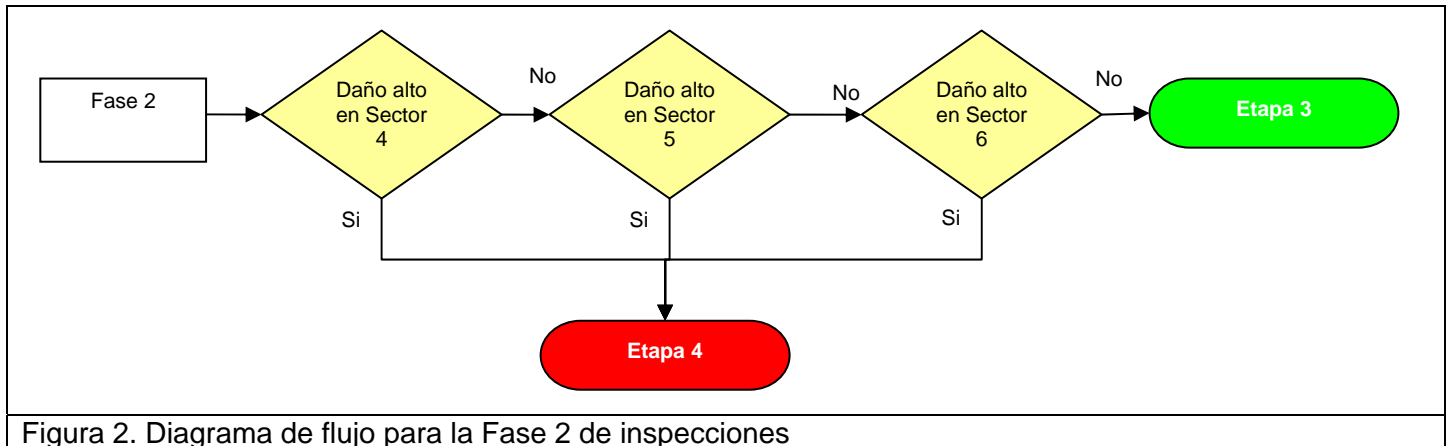


Figura 2. Diagrama de flujo para la Fase 2 de inspecciones

Para la realización de la fase 2 de inspección se propone la ejecución de las siguientes obras:




- Instalación de cuatro (4) válvulas intermedias V39B, V40N, V40A y V42N por el sistema de doble bloqueo de línea con by-pass provisional para no realizar interrupción del servicio.
- Construcción de la línea paralela de 60” entre las válvulas V39A y V39B con sus respectivas interconexiones de la Calle 66A y Calle 59A.
- Construcción de la línea paralela de 60” entre las válvulas V40N y V40A e interconexión de la Calle 13.
- Construcción de la interconexión de la Calle 39 Sur.

3.3 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

3.3.1 Etapa 1 – Inspección en una fase y obras de mejoramiento

Es el escenario más favorable, se da cuando la totalidad de los sectores de la fase 1, no tienen daño alto. Ver obras requeridas en figura RTC-FG-HI-309 en el Anexo No. 3 y costos de implementación en el Anexo No. 1.

3.3.2 Etapa 2 – Inspección en una fase y reemplazo por paralela 60”

	<p style="text-align: center;">ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</p>	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
<p style="text-align: center;">CONTRATO 1-02-25400-514-2006</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3</p>	<p style="text-align: center;">RTC-IF-GE-008</p>	<p style="text-align: center;">VERSIÓN: 0</p>
<p style="text-align: center;">PÁGINA 22 DE 25</p>		<p style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</p>	




Ver obras requeridas en figura RTC-FG-HI-311 en el Anexo No. 3 y costos de implementación en el Anexo No. 1.

3.3.3 Etapa 3 – Inspección en dos fases y obras de mejoramiento

Ver obras requeridas en figura RTC-FG-HI-310 en el Anexo No. 3 y costos de implementación en el Anexo No. 1.




3.3.4 Etapa 4 – Inspección en dos fases y reemplazo por paralela 60”

Ver obras requeridas en figura RTC-FG-HI-312 en el Anexo No. 3 y costos de implementación en el Anexo No. 1.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 23 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	




4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. A la fecha no es posible establecer el grado de deterioro y daño estructural que posee el tramo 3, ninguno de los métodos indirectos (valoración de la agresividad del suelo, análisis de riesgos, estudios de sismorresistencia, etc.) realizados dentro del presente estudio permiten confirmar ó descartar la rehabilitación del tramo 3 desde la válvula V39 en la Calle 80 hasta el tanque Casablanca. Salvo quizá el análisis puntual que se viene realizando en el paso sobre el Río Tunjuelo donde se presentan suelos potencialmente licuables. El Consorcio adelanta actualmente la revisión estructural del paso y con base en los resultados se determinará, si es del caso, implementar las soluciones del sistema de flexibilización de la tubería requerida.
2. Consideramos que el sistema secuencial propuesto en el presente documento brinda a la Empresa los elementos de juicio para la toma de decisiones en el sentido de continuar operando la conducción, ó por el contrario iniciar la construcción de una línea paralela, ya que la Fase 1 ó inicial representa el 23% de la longitud del tramo 3, lo cual es estadísticamente representativo, además la inspección y construcción secuencial de la solución definitiva (la paralela de 60") permite diferir en el tiempo los costos de inversión, ello se evidencia en que la inversión inicial equivale el 50% de la construcción de la tubería paralela de 60" y permitiría definir la posibilidad de continuar, posponer ó cancelar la construcción de ésta.
3. Concluimos que no es conveniente la inversión en unas manijas para rehabilitación interna por cuanto el impacto urbano asociado es equivalente al de construir una tubería paralela y no brinda el mismo beneficio operativo que es poseer esta tubería alterna que cubriría la demanda de saturación esperada para el sector.
4. De acuerdo con los análisis realizados se recomienda realizar la inspección parcial inicial según lo planteado en el desarrollo del presente documento, con el fin de ayudar en la toma de decisiones, ya que a nuestro entender se posibilitan tres escenarios, un resultado positivo del estado de la tubería que derivaría en la necesidad de realizar unas obras de mejoramiento para mejorar operatividad, un resultado negativo que derivaría en la construcción de la línea paralela, dejando la línea existente como suministro alterno y un resultado que denominamos "no concluyente" en el que uno de los (3) tres sectores inspeccionados del Grupo A presenta daño alto lo cual implica realizar una inspección adicional (Grupo B) para tomar la decisión de rehabilitar ó no.
5. Se planteó a la Empresa la instalación de válvulas intermedias mediante la tecnología de doble bloqueo (tapping) para evitar la interrupción del servicio y los problemas que ello acarrea a la Ciudad. La metodología y el proceso constructivo del tapping para tubería PCCP se encuentra cubierto por el AWWA-M9 "Manual of water supply practices concrete pressure pipe". Sin embargo en caso de requerirse la construcción de la

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 24 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	

totalidad de las válvulas intermedias del tramo 3, no se ve factible la utilización de éste método para la instalación de la válvula V41, por la presencia a lo largo de todo el sector de las líneas de Alta Tensión en el Derecho de vía de la tubería




6. La tecnología a emplear para la inspección interna en el tramo 3 debe cumplir con las expectativas mencionadas en el numeral 3.1. Igualmente se recomienda el análisis estructural por curvas de riesgo para lo cual se debe contar con información experimental (prueba hidrostática con cables rotos inducidos y prueba de esfuerzo de los tres apoyos), ello debido a que la predicción de fallas y estimación de la capacidad estructural residual de una tubería con roturas en el alambre se calcula con una combinación de datos teóricos y experimentales, específicos para cada clase y diámetro de tubería PCCP, los cuales no se encuentran a la fecha disponibles en el país.
7. El corredor para la línea paralela de 60" será el mismo de la tubería existente de 78", y en ningún caso deberá estar a menos de 5 metros de distancia entre ejes de las líneas. El corredor buscará generar los menores impactos urbanos y afectaciones a la movilidad en las avenidas principales por las cuales discurre.
8. Las interconexiones a las líneas de distribución deben quedar aguas arriba (antes) del sistema de macromedición existente, si por alguna razón ello no fuere posible se debe relocalizar el macromedidor para mantener el esquema actual de operación.
9. Teniendo en cuenta el alto impacto que tienen en la vulnerabilidad operativa las válvulas de seccionamiento, se propuso de una parte la instalación de válvulas intermedias adicionales, y la relocalización de algunas de ellas, esto último debido principalmente a la presencia de líneas de Alta tensión de CODENSA sobre la tubería, lo cual representa un serio inconveniente para las actividades del doble bloqueo, ó incluso para el izaje por medios convencionales de dichas válvulas. Las válvulas necesarias de relocalizar por este motivo son V40, V42 y V43. La válvula V44 se relocalizará por la imposibilidad de realizar el doble bloqueo, ya que queda parte dentro de un predio particular y parte en el andén de la Av. Ciudad de Villavicencio. La válvula V41 se reemplazará conservando la caja existente, dado que en la zona no se encontró un sitio alternativo para su reubicación que no interfiera con la línea de alta tensión. La renovación de esta válvula se realizará por el sistema normal de línea drenada, quedando en este caso sin servicio el sector de Villa Alsacia durante el tiempo que tome la operación de reemplazo, pues de lo contrario habría que construir una manija del orden de 750 metros de longitud y 30" de diámetro para alimentar dicho sector.
10. Se reitera la necesidad de ejecutar el plan de mantenimiento preventivo a las válvulas, tanto las que se instalarían, como las existentes, ello para garantizar que permanezcan funcionales en toda su vida útil. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante y la normalización técnica de la Empresa.

	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
CONTRATO 1-02-25400-514-2006	PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3	RTC-IF-GE-008	VERSIÓN: 0
		PÁGINA 25 DE 25	
		FECHA: 2008-07-04	




11. Teniendo en cuenta la experiencia obtenida en el tramo 1, en cuanto a la inspección electromagnética con el sistema P-Wave se estima que los costos para los tres (3) sectores de la Fase 1 costarían unos doscientos (200) millones de pesos en la fecha y se ejecutarían en la misma época una vez construidas las obras y facilidades necesarias. En cambio si se requiere la Fase 2 de inspecciones, estimamos que cada uno de los (3) sectores costaría 100 (cien) millones de pesos, por cuanto no se podrían realizar las inspecciones en la misma época, lo cual implicaría costear movilizaciones adicionales.
12. El resumen de costos (en millones de pesos), a precios del primer semestre de 2008, de las diferentes fases y etapas para la inspección y/o rehabilitación del tramo 3, según la metodología general propuesta, es como sigue:

Fase 1 + Etapa 1	Inspección en una fase y obras de mejoramiento	\$37.400
Fase 1 + Fase 2 + Etapa 3	Inspección en dos fases y obras de mejoramiento	\$47.100
Fase 1 + Etapa 2	Inspección en una fase y reemplazo tubería 60" CCP	\$87.200
Fase 1 + Fase 2 + Etapa 4	Inspección en dos fases y reemplazo tubería 60" CCP	\$95.200




Por otra parte, el costo para acometer las obras de la alternativa 2, reemplazo tubería 60" (CCP), sin realizar la secuencia constructiva aquí planteada, es decir, construir la línea paralela en una sola etapa es de \$ 74.000.000.000.

	<p style="text-align: center;">ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</p>	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
<p style="text-align: center;">CONTRATO 1-02-25400-514-2006</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3</p>	<p style="text-align: center;">RTC-IF-GE-008</p>	<p style="text-align: center;">VERSIÓN: 0</p>
		<p style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</p>	

ANEXO No.1. ANÁLISIS DE COSTOS

	<p align="center">ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</p>	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
<p align="center">CONTRATO 1-02-25400-514-2006</p>	<p align="center">PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3</p>	<p align="center">RTC-IF-GE-008</p>	<p align="center">VERSIÓN: 0</p>
		<p align="center">FECHA: 2008-07-04</p>	

ANEXO No.2. MODELACIÓN HIDRAÚLICA

	<p style="text-align: center;">ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</p>	  CONSORCIO TIBITOC 2006	
<p style="text-align: center;">CONTRATO 1-02-25400-514-2006</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCTO 9.1. PLANTEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ALTERNAS PARA LA INSPECCIÓN Y/O REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3</p>	<p style="text-align: center;">RTC-IF-GE-008</p>	<p style="text-align: center;">VERSIÓN: 0</p>
		<p style="text-align: center;">FECHA: 2008-07-04</p>	

ANEXO No.3. PLANOS Y ESQUEMAS